โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดสูตร สภาวะการทดลอง และขึ้นรูปผลิตภัณฑ์หลักกั้นเส้นทางเดินรถจากยางเทอร์โมพลาสติก โดยทำการแปรปริมาณสาร อันได้แก่ พอลิเมอร์ผสม (ยางแท่งเกรด 20/พอลิโพรพิลีน) สารตัวเติม (ยางรีเคลมและเขม่าดำ) สารที่ช่วยให้ของผสมเข้ากันได้ (ยางธรรมชาติที่ปรับปรุงด้วยพอลิสไตรีน) สารวัลคาไนซ์ (กำมะถัน) และสารป้องกันการเสื่อม (ไดฟีนิลพาราฟีนิลีนไดเอมีน) ทำการทดลองระดับห้องปฏิบัติการ เริ่มจากการผสมสารต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ด้วยเครื่องมือผสมบราเบนเดอร์พลาสติคอร์เดอร์ ที่อุณหภูมิ 160°C ใช้ความเร็วรอบของโรเตอร์ 50 rpm และขึ้นรูปของผสมที่ได้เป็นชิ้นทดสอบด้วยเครื่องมือขึ้นรูปแบบกดอัด ที่อุณหภูมิ 140°C จากนั้น จึงทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล อันได้แก่ ความทนต่อแรงดึง ความทนต่อแรงฉีกขาด ความแข็ง ความกระเด้งตัว ความสามารถในการรับพลังงานได้ การวิเคราะห์สัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ความทนต่อการการล้าและการหักงอ และความทนต่อสภาวะอากาศและโอโซน เพื่อวิเคราะห์หาสูตรที่เหมาะสม โดยใช้คุณสมบัติเชิงกลด้านความทนต่อแรงดึงเป็นดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมของสูตรการทดลองเป็นหลัก ซึ่ง พบว่า สูตรที่เหมาะสม คือ สูตรที่มีปริมาณยางแท่งเกรด 20 ผสมกับพอลิโพรพิลีนในอัตราส่วน 80/20 มีปริมาณยางรีเคลม 40 phr ปริมาณเขม่าดำ 40 phr มีปริมาณยางธรรมชาติที่ปรับปรุงด้วยพอลิสไตรีน 5 phr ปริมาณกำมะถัน 1 phr ปริมาณสารไดฟีนิลพาราฟีนิลีนไดเอมีน 0.5 phr ปริมาณซิงค์ออกไซด์ 5 phr ปริมาณกรดสเตียริก 2 phr ปริมาณไดเบนโซไทอะซิลไดซัลไฟด์ 2 phr ปริมาณเตตระเมทิลไทยูแรมไดซัลไฟด์ 1.5 phr และมีปริมาณขี้ผึ้ง 1 phr ซึ่งสูตรที่ได้นี้มีคุณสมบัติความทนต่อแรงดึงสูงที่สุด จากนั้น ได้ออกแบบหลักกั้นเส้นทางเดินรถให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ซึ่งรูปแบบของผลิตภัณฑ์หลักกั้นเส้นทางเดินรถที่สร้างขึ้น มีลักษณะผลิตภัณฑ์เป็นเสาทรงกระบอกกลวงที่มีส่วนฐานเป็นวงกลม โดยทรงกระบอกกลวงมีความสูง 694 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับ 80 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 70 มิลลิเมตร ส่วนฐานมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 200 มิลลิเมตร มีความสูง 56 มิลลิเมตร มีจุดยึด 3 จุด สำหรับใส่พุกเหล็กเพื่อยึดส่วนฐานให้ติดกับถนน เมื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ตรงตามความต้องการใช้งานแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการผสมและขึ้นรูปผลิตภัณฑ์หลักกั้นเส้นทางเดินรถในระดับอุตสาหกรรม โดยใช้เครื่องมือผสมภายในแบบปิดและเครื่องมือผสมแบบสองลูกกลิ้งสำหรับผสมสารเคมี และขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการอัดเบ้า ที่อุณหภูมิ 150°C ใช้เวลาการอบยาง 30 นาที จากนั้น นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของหลักกั้นเส้นทางเดินรถ พบว่า ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติความทนต่ออุณหภูมิได้ดีทุกช่วงการทดสอบ (5-45°C) และสามารถคืนตัวกลับได้อย่างรวดเร็วหลังการชนทุกช่วงความเร็วที่ทำการทดสอบ (30-80 กม./ชม.) ทั้งนี้ยังพบว่า หลักกั้นเส้นทางเดินรถมีความทนต่อสภาพภูมิอากาศได้ดี (วางไว้ในที่โล่งแจ้งโดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง และไม่พบรอยแตกร้าว ใน

ระยะเวลาที่เริ่มทำการทดสอบจนถึงเวลาปัจจุบัน รวมเป็นระยะเวลามากกว่า 230 วัน) และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ยังมีน้ำหนักเบาประมาณ 1.6 กิโลกรัม/แท่ง จะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์หลักกั้นเส้นทางเดินรถที่ผลิตได้จะมีความหยุ่นตัวสูง สามารถโค้งงอและคืนตัวกลับได้สูงอันเนื่องมาจากคุณสมบัติของยาง สามารถรับแรงกระแทกได้ดี (สามารถทนต่อการชนได้ทุกช่วงความเร็วที่ไม่เกินกฎหมายกำหนด) มีความทนทานต่อสภาวะอากาศ สามารถใช้งานในบริเวณโล่งแจ้งได้ดี มีน้ำหนักเบา ติดตั้งได้ง่าย และสามารถมองเห็นได้ดีทั้งกลางวันและกลางคืน (ติดแถบสะท้อนแสงเพื่อนำทางในตอนกลางคืนได้) นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนด้านวัตถุดิบในระดับห้องปฏิบัติการของผลิตภัณฑ์หลักกั้นเส้นทางเดินรถที่ผลิตได้ พบว่า มีต้นทุนวัตถุดิบประมาณ 103 บาท/แท่ง ซึ่งคาดว่าหากรวมกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตจริงแล้วน่าจะสามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาดได้

The objectives in this research were assessed suitable formula and condition for scrap natural rubber based road divider. The experiments were varied in order to clarify the effects of content of polymer mixture (STR 20/polypropylene), filler (reclaimed rubber and carbon black), compatibilizer (polystyrene modified natural rubber, SNR), vulcanizing agent (sulfur) and antioxidant (N, N′ diphenyl-p-phenylene diamine, DPPD). In laboratory scale, the blends were mixed by a Brabender plasticoder at 160°C and using speed at 50 rpm and processed by compression molding technique at 140°C. The characterization for their mechanical properties were tensile strength, tear strength, hardness, resilience, toughness, morphological test, dynamic fatigue with flex cracking and weathering-ozone resistance. It was found that a suitable formula which gave the highest tensile strength was the ratio of STR 20/polypropylene = 80/20, reclaimed rubber content of 40 phr, carbon black content of 40 phr, SNR content of 5 phr, sulfur content of 1 phr, DPPD content of 0.5 phr, zinc oxide content of 5 phr, stearic acid content of 2 phr, MBTS content of 2 phr, TMTD content of 1.5 phr, and wax content of 1 phr. The model of road divider product was designed as a hollow cylindrical post with flat base. The hollow cylindrical post was constructed in 694 mm height, 80 mm outside diameter and 70 mm inside diameter while the base was constructed in 200 mm diameter and 56 mm height. There were 3 holes at the base to present the stud bolt to be inserted into the base for mounting on roadways. In large-scale, the road divider product can be mixed by internal mixer and two roll mill and assembled by a compression molding technique at 150°C with a cure time of 30 minutes. After that, the road divider product was tested as follows to meet the crash worthy requirements of NCHRP-350. These results were found that, the road divider product was a good flexibility for both low or high temperature and rebound to their original position when it was impacted from any direction. Furthermore, the road divider product can be stayed in place even during prolonged exposure to air and wind. It is light and easy to install and not necessary to maintenance. It was indicated that the road divider product have the properties close to the products on the market. Since the unique rubber property in every post will not crack or bend out of shape and resistant to any weather conditions. And then, the material cost of the road divider product was only 103 baht/product. This product can be a competitive product with commercial products.